



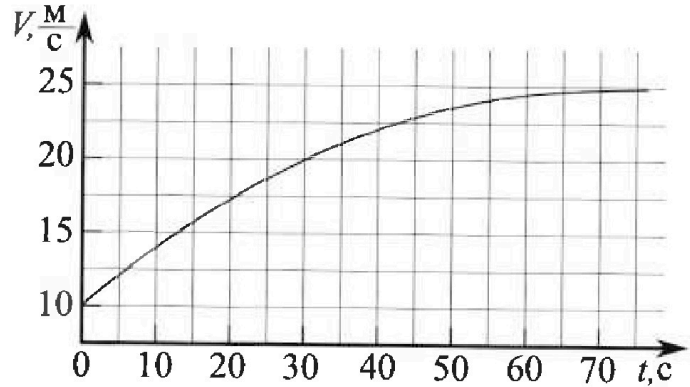
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Автомобиль массой  $m = 1800$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна  $F_k = 500$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости  $v_1 = 20$  м/с.

2) Найти силу тяги  $F_1$  при скорости  $v_1$ .

3) Какая мощность  $P_1$  передается от двигателя на ведущие колеса при скорости  $v_1$ ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

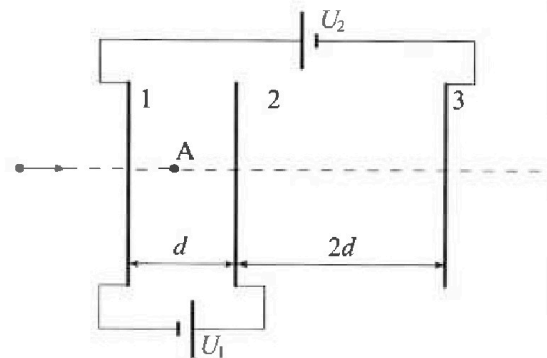
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 5T_0/4 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

2) Определите начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $2d$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = U$  и  $U_2 = 4U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.

2) Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.

3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-01

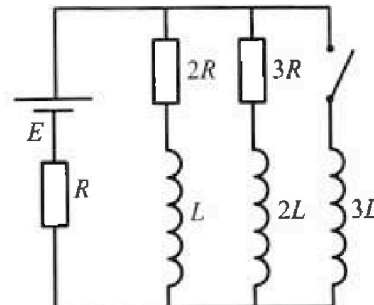
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_0$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $3L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_v = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 194$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

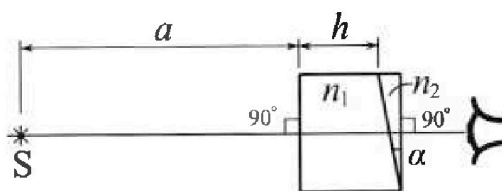


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,5$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\left( \frac{20V_1 RT}{4V} - p_{\text{атм}} \right) \frac{11V}{20} = V_2 RT + (V_1 + V_2) RT \frac{4}{3}$$

$$\frac{11}{4} V_1 RT - p_{\text{атм}} \frac{11V}{20} = V_2 RT + \frac{4}{3} V_2 RT + \frac{4}{3} V_1 RT$$

$$\frac{11}{60} V_1 RT - p_{\text{атм}} \frac{11V}{20} = \frac{10}{3} V_2 RT$$

$$V_2 = \frac{11}{26} V_1 - \frac{p_{\text{атм}} V}{RT} \frac{33}{46} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{11}{26} - \frac{p_{\text{атм}} V}{RT} \frac{33}{46}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Кольцо радиусом  $R$ , как правило при замкнутом кольце равномерно  
 или поле через резистор  $2R$  будет  $0$  т.к.  $3L$  - источник напряжения  
 или поле через  $3L$  не будет  $\frac{\mathcal{E}}{R}$

Вспомогательная кривая Карельера: функция  $U$  на  $dt$ , когда

$$\text{разрешаем } 2R dI_{2R} = 3L dI_{3L} - L dI_{1R} \Rightarrow dI_{2R} = \frac{3L dI_{3L} - L dI_{1R}}{2R}$$

$$= \frac{3L \frac{\mathcal{E}}{R} - L \mathcal{E} \left(0 - \frac{3}{R}\right)}{2R} = \frac{4L \mathcal{E}}{4R} = \frac{L \mathcal{E}}{R^2}$$

Вспомогательная кривая Карельера: функция  $U$  на  $dt$ , когда  
 Ответ: 1)  $\frac{3\mathcal{E}}{4R}$  2)  $\frac{2\mathcal{E}}{4L}$  3)  $\frac{4L \mathcal{E}}{4R}$



и 5) угол падения при преломлении луча при падении луча

будет  $\alpha$ , когда угол преломления  $\frac{\alpha}{n_2}$  (т.е. угол падения равен углу преломления, это  $\sin \alpha = x$ )

это  $\sin \alpha = x$ )

при преломлении второй границы угол падения  $\alpha = \frac{\alpha}{n_2}$ , когда

угол преломления  $d(n_2 - 1) = 0,03 \text{ рад}$  и если угол отклонения луча

2) для нахождения угла преломления луча при падении луча на границе  $d$  и перпендикулярно. Лучи границы на границе без отклонения, и на второй угол преломления равен  $\alpha n_2$ .

Треугольник  $AB$ : с одной стороны, это  $(a+h)\alpha$ , с другой  $\alpha n_2 x - \alpha(n_2 - 1)x$ ,

где  $yx$  - расстояние от левой грани до отражения.

Получаем  $(a+h)\alpha = x\alpha \Rightarrow x = a+h$  - значит источник не приближается и не отдалится от границы.

Второй границей  $y$  (расстояние от отражения до прямой перпендикулярно источнику)

получаем, что  $y = d(n_2 - 1)x = d(n_2 - 1)(a+h) = 0,1 \cdot 0,4 \cdot 2,03 \approx 0,14 \text{ м}$

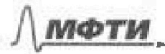
3)  $y$  - величина преломления угла между перпендикулярностью источника к границе  $d$ . Рассчитать как источник отразится от границы перпендикулярно



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

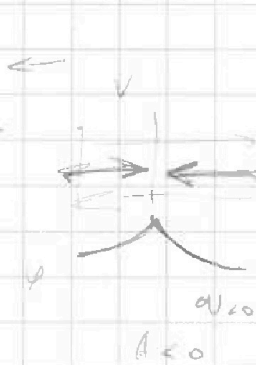
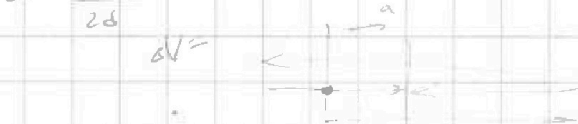


Адо  $\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = -\frac{2U}{d} \epsilon_0$

Адо  $\sigma_1 + \sigma_2 = \sigma_3 = +\frac{5U}{d} \epsilon_0$

$2\sigma_2 = -\frac{2U}{d} \epsilon_0$

$\sigma_2 = -\frac{U}{2d} \epsilon_0$



$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$

$\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = -2k$

$\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3 = -5k$

$\sigma_2 = -\frac{5}{2}k$

$\sigma_1 - \sigma_3 = -\frac{3}{2}k$

$\sigma_1 = \sigma_3 - \frac{3}{2}k$

$\sigma_3 \frac{3}{2}k - \frac{3}{2}k + \sigma_3 = 0$

$2\sigma_3 = \frac{10}{2}k$

$\sigma_3 = \frac{5}{2}k \quad \sigma_1 = k$

$U = \frac{2U}{4d} + \frac{2U}{4d} + \frac{5U}{4d}$

$\frac{2U}{4d} - \frac{5U}{4d} + \frac{5U}{4d} =$

$\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = -2k$

$\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3 = 5k$

$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$

$\sigma_2 = \frac{2}{2}k$

$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{3}{2}k$

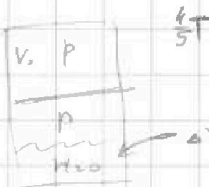
$\sigma_1 = \sigma_3 + \frac{3}{2}k$

$\sigma_3 - \sigma_3 + \frac{3}{2}k + \frac{3}{2}k = 0$

$2\sigma_3 = -5k$

$\sigma_3 = -\frac{5k}{2}$

$\sigma_1 = -k$



$pV_0 = \nu_0 R \frac{4}{3} T$   
 $p(\frac{3}{5}V - V_0) = \nu_0 R \frac{4}{3} T$   
 $\frac{V}{5} (p_{atm} + p') = \nu_0 R T$   
 $\frac{11V}{20} p' = (\nu_0 + p'kw) R T$

$\nu_0 + \nu_0 + \nu_0 \quad p' \quad p \quad 160$   
 $\frac{11V}{20} p' = \nu_0 R T + p'kw$   
 $\frac{165 - 4}{60}$

$\frac{V}{5} (p_{atm} + p') = \nu_0 R T$

$\frac{3}{5} p V - \nu_0 R \frac{4}{3} T = \nu_0 R \frac{4}{3} T$

$\frac{3}{5} p V - \nu_0 R \frac{4}{3} T = \nu_0 R \frac{4}{3} T + \dots$

$\frac{11V}{20} p' = \nu_0 R T + (\nu_0 + \nu_0) \frac{4}{3} R T$

$\frac{11V}{20} p' = \frac{9}{5} \nu_0 R T + \frac{4V}{25} (p_{atm} + p')$

$\nu_0 R T \quad \frac{pV}{4}$

$4 \cdot 10 = 40 \cdot 30$

$\frac{3}{4} p V = (\nu_0 + \nu_0) \frac{4}{3} R T$

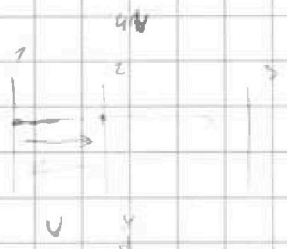
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

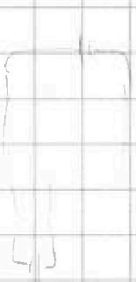


$$E = \frac{\epsilon}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} \cdot d + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \epsilon d = \epsilon U$$

$$\sigma_2 = \frac{\epsilon_0 U}{2d}$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 = \frac{2U\epsilon_0}{d}$$



$$\sigma_3 + \frac{\epsilon_0}{2} k = \sigma_2 + \frac{2U\epsilon_0}{d}$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{1}{2} k$$

$$\sigma_3 = \frac{5k}{2}$$

$$\sigma_1 = k$$

$$\sigma_2 = \frac{11k}{2}$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \frac{1}{2} k = \frac{11k}{2}$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 - \sigma_2 = 2k$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 + \sigma_2 = 5k$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2\epsilon_0} = \frac{1}{4} U$$

$$\frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} = \frac{U}{d} + \frac{3U}{4d} = \frac{7U}{4d}$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{7U\epsilon_0}{4d}$$

$$\sigma_2 = \frac{3U\epsilon_0}{2d}$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{7}{2} U \quad \frac{\sigma_2}{\epsilon_0} = \frac{3U}{2d}$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{7U\epsilon_0}{2}$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{11}{2} U$$

$$\sigma_1 = \frac{3U\epsilon_0}{2d}$$

$$\frac{U}{d} + \sigma_1 + \frac{1}{2} k + \sigma_3 = 0$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \frac{11}{2} U$$

$$2\sigma_3 = -5k$$

$$\sigma_1 = \frac{11}{2} U$$

$$\sigma_1 = \frac{5k}{2} = \frac{5U\epsilon_0}{2d}$$

$$\frac{11}{2} k = 5k + \frac{3}{2} k$$

$$\sigma_2 = \frac{3}{4} \frac{U}{d}$$

$$\sigma_3 = -\frac{5}{4} \frac{U}{d}$$

$$\frac{2U}{2d} = \frac{3k}{4d} + \frac{5k}{4d}$$

$$\frac{4U}{4d}$$

$$\sigma_1 = \frac{U\epsilon_0}{d} \quad \sigma_2 = \frac{3U\epsilon_0}{2d}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_1 \frac{3V}{20} = (\nu_{O_2} + \nu_{N_2}) R T_1$$

$$p_0 V_0 = \nu_{O_2} R T_0$$

$$p_0 \left(\frac{3V}{4} - V_0\right) = \nu_{O_2} R T_0$$

$$p_1 \frac{V}{5} = \nu_{O_2} R \frac{5T_0}{4}$$

$$p_1 \frac{3V}{20} = (\nu_{O_2} + k p W) R \frac{5T_0}{4}$$

$$p_1 V_0 = \nu_{O_2} R T_0$$

$$p_1 \left(\frac{3V}{4} - V_0\right) = \nu_{O_2} R T_0$$

$$\frac{3 p_1 V}{4} = (\nu_{O_2} + \nu_{N_2}) R T_0$$

203, 25

$$\frac{V_0 + \nu_{N_2} R T_0}{\nu_{O_2} R T_0} = \frac{4}{11}$$

$$\frac{V_{O_2}}{V_0 + \frac{k R T_0 (\nu_{O_2} + \nu_{N_2})}{p_1}} = \frac{4}{11}$$

$T = \frac{5T_0}{4}$   
203, 21  
203

$$4 \nu_{O_2} = 4 \nu_{O_2} + \frac{4}{3} k R T_0 (\nu_{O_2} + \nu_{N_2})$$

$$4 \nu_{O_2} - 4 \nu_{O_2} = \frac{16}{15} (\nu_{O_2} + \nu_{N_2})$$

$$16 \nu_{O_2} - 60 \nu_{O_2} = 16 \nu_{O_2} + 16 \nu_{N_2}$$

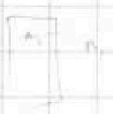
$$44 \nu_{O_2} = 16 \nu_{N_2}$$

$$\frac{\nu_{O_2}}{\nu_{N_2}} = \frac{4}{11} = \alpha$$

6



203, 20



$$\alpha \nu_{O_2} = \frac{4}{11} \nu_{N_2}$$

$$p_1 V_1 = (\nu_{O_2} + \nu_{N_2}) R T_1$$

$$p_1 \left(\frac{3V}{4} - V_0\right) = \nu_{O_2} R T_0$$

$$\frac{V_1}{\frac{3V}{4} - V_0} = \alpha \quad V_0 = \alpha \frac{3V}{4} - \alpha V_1$$

$$V_0 = \alpha \frac{3V}{4}$$

$$\frac{V_1}{\alpha \frac{3V}{4}} = \alpha$$

2, 23  
203

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{4}{11}$$

$$\alpha \nu_{O_2} = \frac{4}{11} \nu_{N_2}$$

$$\nu_{O_2} = \frac{4}{11} \nu_{N_2}$$



203

Handwritten notes and diagrams on the right side of the page, including a diagram of a gas cylinder and various equations.

Handwritten notes and diagrams on the right side of the page, including a diagram of a gas cylinder and various equations.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$v = 25 \text{ m/s}$   $F = 500 \text{ N}$   $\nu = 2$

$F = kV$   
 $\frac{500}{25} = 20 \text{ k}$

2)  $mg = F - kV$   
3)  $P = FV$



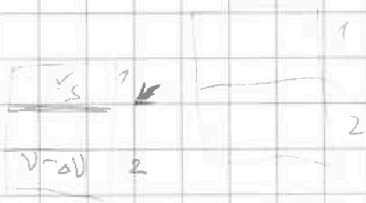
$P_{\text{atm}} = P_0$   
 $\frac{5T_0}{4} = 303 \text{ K}$

$k = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3}$

$\Delta v = kPw$

- 1)  $\Delta v \propto v/4$
- 2)  $\Delta v \propto v/5$
- 3)  $\Delta v = kPw$   $k = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3}$   $\rightarrow$   $\Delta v \propto v$
- 4)  $v = \text{const}$

- 5)  $\text{CO}_2$   $\rightarrow$   $\text{H}_2\text{O}$   $\rightarrow$   $\text{CO}_2$
- 6)  $RT \approx 3 \cdot 10^3 \text{ J/mol}$
- 7)  $P_{\text{H}_2\text{O}} = 0$



1)  $\frac{V_0}{V_2} = 2$  2)  $P_0$

$PV = (V_2 + kPw)RT$

$P_1 \frac{V}{5} = \nu_1 RT$   
 $P_1 \frac{2V}{20} = (\nu_1 - \Delta \nu) RT$   
 $kPw$

$P_1 \frac{V}{5} = \nu_1 RT$   
 $P_1 \frac{2V}{20} = (\nu_1 - kPw) RT$

$P_1 \frac{V}{5} = \nu_1 RT$

$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{4}{21}$

$P_1 \frac{2V}{20} = (\nu_1 + kPw) RT$

$P_1 V_{\text{O}_2} = \nu_{\text{O}_2} RT$

$P_1 V_{\text{H}_2\text{O}} = \nu_{\text{H}_2\text{O}} RT$

$P_1 dV_1 + V_1 dP_1 = \nu R dT$   
 $P_2 dV_2 + V_2 dP_2 = \nu R dT + d\nu RT$   
 $(V_2 - V_1) dP_1 = \Delta \nu R T_0$   
 $(V_2 - V_1) dP_1 = kPw RT$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving a rod of length \$L\$ and mass \$m\$ in a magnetic field \$B\$. The rod is connected to a circuit with a battery of EMF \$E\$ and a resistor \$R\$. The rod is placed on two parallel rails separated by distance \$d\$. The magnetic field is directed vertically downwards.

**Diagram 1:** Shows the rod of length \$L\$ on rails separated by \$d\$. A magnetic field \$B\$ is applied downwards. The induced EMF is \$E = B d v\$. The circuit includes a battery with EMF \$E\$ and a resistor \$R\$.

**Diagram 2:** Shows the rod at an angle \$\alpha\$ to the horizontal. The horizontal component of the magnetic force is \$F\_{\text{mag}} \cos \alpha\$. The weight component along the rod is \$mg \sin \alpha\$. The rod is in equilibrium.

**Equations:**

$$E = B d v$$

$$I = \frac{E - \mathcal{E}}{R}$$

$$F_{\text{mag}} = I d B$$

$$F_{\text{mag}} \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

$$I d B \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

$$\frac{E - \mathcal{E}}{R} d B \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

$$E - \mathcal{E} = \frac{mg R \sin \alpha}{d B \cos \alpha}$$

$$E - B d v = \frac{mg R \tan \alpha}{d B}$$

**Diagram 3:** Shows the rod at an angle \$\alpha\$ with a vertical displacement \$h\$. The horizontal distance is \$a\$. The rod length is \$L = \sqrt{a^2 + h^2}\$. The angle \$\alpha\$ is defined by \$\sin \alpha = h/L\$ and \$\cos \alpha = a/L\$.

**Equations:**

$$L = \sqrt{a^2 + h^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{L}$$

$$\cos \alpha = \frac{a}{L}$$

**Final result:**

$$I = \frac{E}{R} \frac{d B \cos \alpha}{d B \cos \alpha} = \frac{E}{R}$$

0,4421

2,03  
0,03



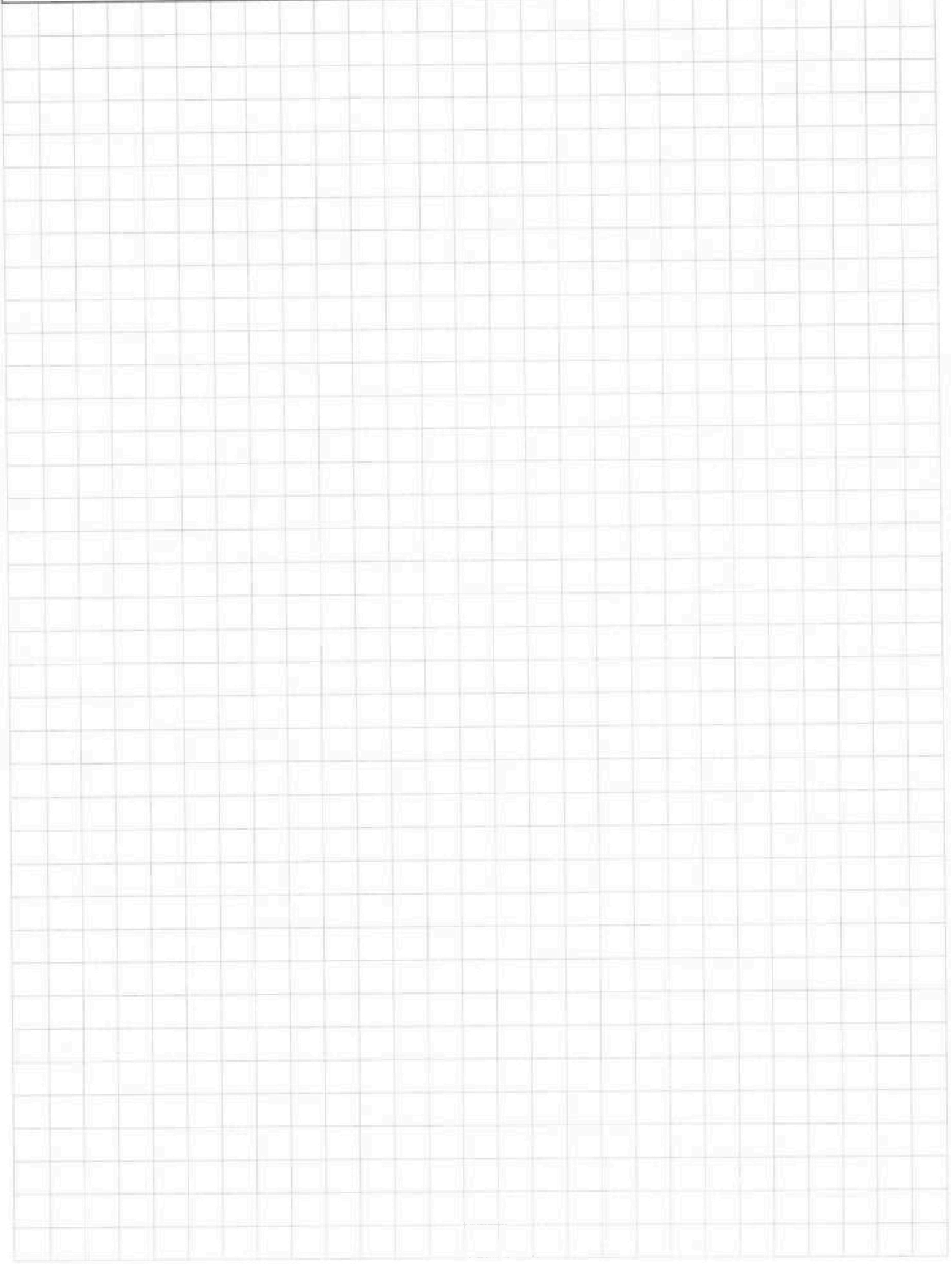
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$1-2: \left( \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \right) d = -U_d \Rightarrow$$

$$2-3: \left( \frac{\sigma_1}{\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} \right) 2d = +5U_d$$

$\Rightarrow$  (удобнее, так  $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$ ) найдем:

$$\sigma_1 = -\frac{U\epsilon_0}{d}, \quad \sigma_2 = +\frac{3U\epsilon_0}{2d}, \quad \sigma_3 = -\frac{5U\epsilon_0}{2d}$$

при этом  $E_1 = -\frac{2U}{4d}, E_2 = +\frac{3U}{4d}$  и  $E_3 = -\frac{5U}{4d} \Rightarrow$

$$a_{1,2} = \frac{q(E_1 - E_2 - E_3)}{m} = -\frac{qU}{md} \Rightarrow |a_{1,2}| = \frac{qU}{md}$$

2) по закону сохранения энергии  $k_1 + q(\varphi + 4U) = k_2 + q(\varphi + 5U) \Rightarrow$   
 $\Rightarrow k_1 - k_2 = +qU$

3) Известно, что в определенных областях однородности зарядов есть заряды, но за ними за пределами плоскости зарядов зарядов нет, при этом это означает также не большие заряды, так  $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$ .

Поскольку известно, что внутри плоскости нет зарядов вместе со скоростью  $V_0$ , тогда по закону сохранения энергии:

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} = -\frac{d}{3} q E_{1,2} \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{dq}{3} \left( -\frac{U}{d} \right) = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{qU}{3} \Rightarrow$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{2qU}{3m}}$$

ответ 1)  $\frac{qU}{md}$  2)  $+qU$  3)  $\sqrt{V_0^2 - \frac{2qU}{3m}}$

№2 Дан:

Затем 1) в какой-то момент температура классической смеси стала значительной и равной  $p = p_{01}$

Но при высокой температуре эти газы не растворяются в воде, но все молекулы смеси газа в итоге растворены в воде

Затем закон Менделеева-Клапейрона для смеси и смеси:

$$\left\{ \begin{array}{l} pV_0 = \nu_0 R \frac{4}{5} T \\ p(V - V_0) = \nu_2 R \frac{4}{5} T \\ (p' + p_{01}) \frac{V}{5} = \nu_m RT \\ p' \frac{4V}{20} = (\nu_2 + k p_{01}) RT \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{3}{5} pV = (\nu_0 + \nu_2) \frac{4}{5} RT \\ (p' + p_{01}) \frac{4V}{20} = \nu_2 RT \\ p' \frac{4V}{20} = \nu_2 RT + \frac{pV}{4} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} p' = \frac{\nu_0 + \nu_2}{4V} RT \\ \frac{pV}{4} = (\nu_0 + \nu_2) RT \\ p' \frac{4V}{20} = \nu_2 RT + \frac{pV}{4} \end{array} \right.$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Величина разности:  $U^1 =$

Рассмотрим величину разности как разность потенциалов с показателем преломления  $n_1$  и разностью преломлений  $n_2$  из преломления воздуха, но с показателем преломления  $n_2$  и перевернутые

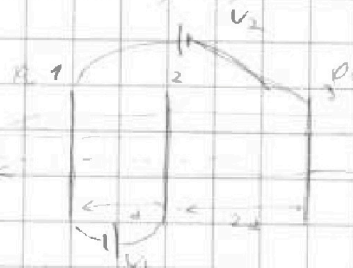


Видим как параллельные грани излучают светом, который проходит на  $n_2$  в воде преломленной грани идет свет (разрешение показателем преломления  $n_1$ , но перевернут, это тоже разность разности от изобретения  $n_2$  границы разности будет  $n_1(a+h)$

Видно, что разность, которую мы получили в пункте 2, является разностью изобретения  $n_2$  - за перевернутые грани:

так как  $n_1 <$  показателем преломления  $n_2$ , величина перевернутой, это с показателем преломления  $n_2$ , разность перевернутой, но показателем изобретения  $n_2$  будет  $n_1(a+h) - (n_2 - n_1) = 6,02 \text{ см}$   
 величина по горизонтальной будет  $n_1(a+h) - (a+h) = 203 \cdot 65 = 102 \text{ см}$   
 так как  $102 \text{ см} \gg 6,02 \text{ см}$ , то изобретения  $n_2$  границы на  $102 \text{ см}$

Ответ 1) 0,03 рад 2) 14,2 мВ 3) 102 см



№3 Дано  $d, 2d, U_1 = U, U_2 = 4U$   
 $\epsilon, m, k_0$

Решение 1) Пусть потенциал первого проводника будет  $\varphi_0$ , тогда потенциал на

втором будет  $\varphi_2 = \varphi_0 + 4U$  а  $\varphi_2 = \varphi_0 + 5U$

1) Известно, что заряды между собой взаимодействуют равнодействующая равна нулю

1) Пусть потенциал первого проводника  $\varphi_0$  тогда  $\varphi_1 = \varphi_0 + 4U$   $\varphi_2 = \varphi_0 + 5U$

Пусть потенциал второго проводника  $\varphi_2$  тогда заряды  $\sigma_1, \sigma_2$  и  $\sigma_3$

На плоскости проводников не один зарядов, то  $\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 = 0$

так как потенциалы одинаковы величина, но в разные стороны и направления  $E = \frac{\sigma}{\epsilon \epsilon_0}$

Рассчитаем работу электрического поля по направлению заряда:



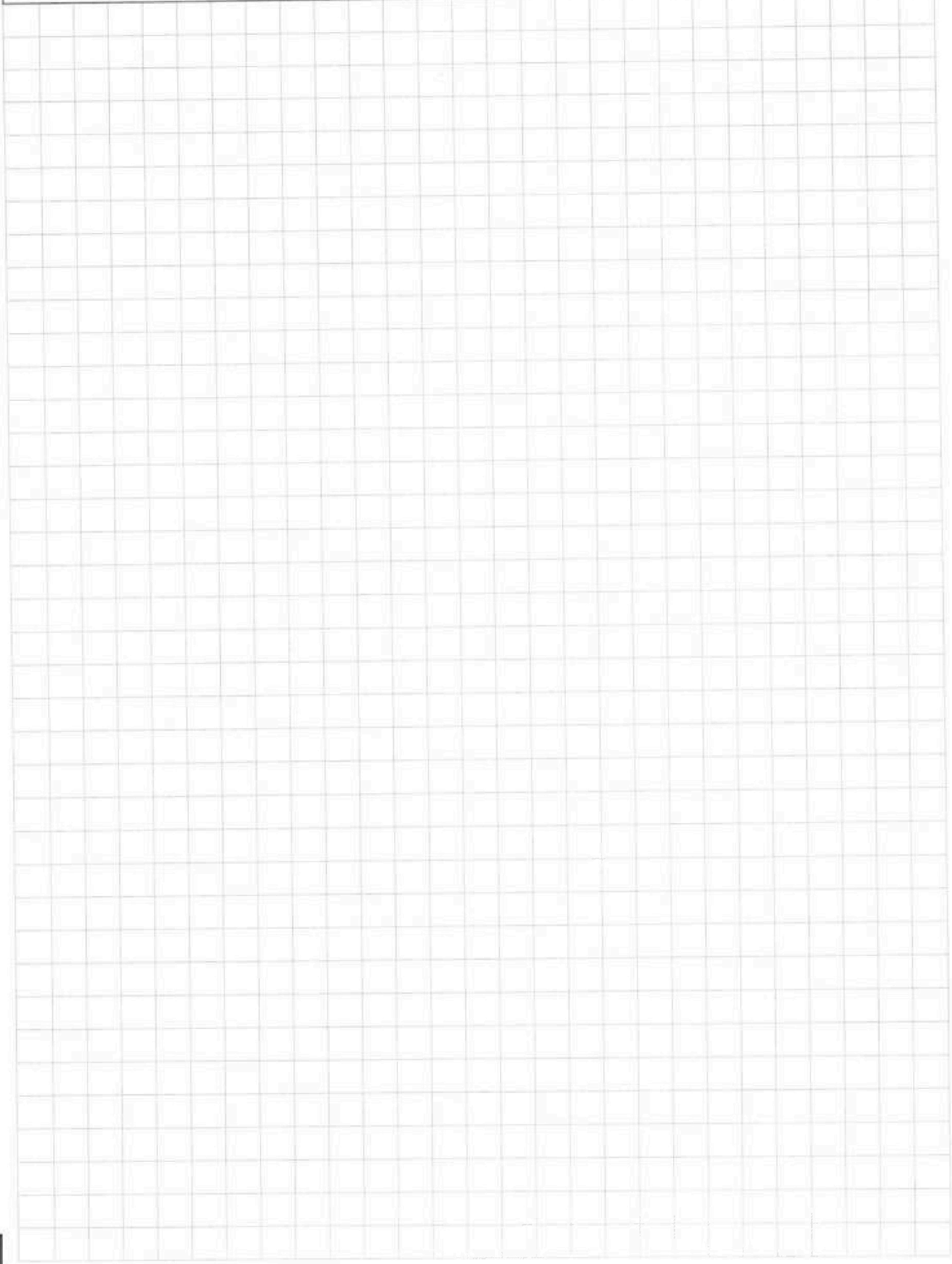
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№1 Дано  $m = 1700 \text{ кг}$

$F_k = 500 \text{ Н}$

Решение: 1) Число оборотов - это отношение угла поворота к радиусу колеса  $\Rightarrow a_{\nu_1} = \frac{g}{2} \text{ м/с}^2$

2) Значит, что скорость автомобиля пропорциональна  $25 \text{ м/с}$ , при этом  $a = 0$ . По второму закону Ньютона:

$ma = F_k - kv$ , где  $k$  - коэффициент сопротивления или сопротивление при этой скорости.

$$\text{Получаем: } 0 = F_k - kv \Rightarrow k = \frac{F_k}{v} = \frac{500}{25} = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м/с}}$$

Теперь заменим второй закон Ньютона для движения, когда скорость автомобиля  $20 \text{ м/с}$ :  $ma_{\nu_1} = F_1 - kv_1 \Rightarrow F_1 = ma_{\nu_1} + kv_1 =$

$$= 1700 \cdot \frac{g}{2} + 20 \cdot 20 = 500 + 400 = 900 \text{ Н}$$

3) Мощность - то  $\frac{dA}{dt} = \frac{F_1 \cdot \Delta s \cdot v_1}{\Delta t} = F_1 \cdot v_1 = 20 \cdot 1700 = 26 \cdot 10^3 \text{ Вт}$

Ответ 1)  $\frac{g}{2} \text{ м/с}^2$  2)  $900 \text{ Н}$  3)  $26 \cdot 10^3 \text{ Вт}$

№2 1) М.к. резистивный цепи  $R$  достигают установившегося, по катушке нето сигнала перемещения  $\Rightarrow R_0 = R + 6 \frac{R}{5} = \frac{11R}{5}$

$$I_0 = \frac{E}{R_0} = \frac{5E}{11R} \Rightarrow I_{\text{к}} = \frac{3E}{11R}$$

2) сразу после размыкания ключа по второму правилу Кирхгофа

$$E - 3L \frac{dI}{dt} = I_0 R \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{E - I_0 R}{3L} = \frac{2E}{11L}$$

3) по второму правилу Кирхгофа:  $2R I_{2R} + L \frac{dI_{2R}}{dt} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt}$

